

ANALISIS DAN IMPLEMENTASI *VIRTUAL LOCAL AREA NETWORK (VLAN)* PADA LABORATORIUM PRODI TEKNIK INFORMATIKA UNIVERSITAS IBN KHALDUN BOGOR

Muhamad Fariz Syarif¹, Ritzkal², Ade Hendri Hendrawan³

^{1,2,3}Fakultas Teknik dan Sains, Prodi Teknik Informatika

farizsyarif@gmail.com¹, ritzkal@ft.uika-uika.ac.id², hendri@uika-bogor.ac.id³

Abstrak

Penerapan manajemen jaringan *Local Area Network (LAN)* dapat diterapkan dengan menggunakan *Virtual Local Area Network (VLAN)*, segmentasi jaringan tersebut dapat meningkatkan keamanan pada jaringan *Local Area Network (LAN)*. *Virtual Local Area Network (VLAN)* merupakan suatu model jaringan yang tidak terbatas pada lokasi fisik seperti *Local Area Network (LAN)*, hal ini mengakibatkan suatu jaringan dapat dikonfigurasi secara *virtual* tanpa harus menuruti lokasi fisik peralatan. Pengguna *Virtual Local Area Network (VLAN)* akan membuat pengaturan jaringan menjadi lebih fleksibel dimana dapat dibuat segmen yang tidak bergantung pada lokasi *workstation*. Dari uraian di atas maka dilakukan sebuah penelitian tentang analisis dan implementasi sistem manajemen jaringan *Virtual Local Area Network (VLAN)* pada Laboratorium Program Studi Teknik Informatika, Universitas Ibn Khaldun Bogor.

Kata kunci— Jaringan, *Local Area Network (LAN)*, *Virtual Local Area Network (VLAN)*

Abstract

Application of network management *Local Area Network (LAN)* can be applied using a *Virtual Local Area Network (VLAN)*, segmentation of the network can improve security on a *Local Area Network (LAN)* network. *Virtual Local Area Network (VLAN)* is a network model that is not limited to physical locations such as a *Local Area Network (LAN)*, this causes a network to be configured virtually without having to comply with the physical location of the equipment. Users of *Virtual Local Area Networks (VLANs)* will make network settings more flexible where segments can be created that are not dependent on the workstation location. From the description above, a study was conducted on the analysis and implementation of a *Virtual Local Area Network (VLAN)* network management system at the Laboratory of Informatics Engineering Program, Ibn Khaldun University, Bogor.

Keywords— *Network, Local Area Network (LAN), Virtual Local Area Network (VLAN)*

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan komunikasi, saling berbagi sumberdaya (*resource sharing*), berbagi *hardware, software* menuntut terjalannya sebuah jaringan komputer yang dapat menghubungkan

Salah satu jenis penerapan jaringan komputer yaitu *Local Area Network (LAN)*.

Penerapan manajemen jaringan *Local Area Network (LAN)* dapat diterapkan dengan menggunakan *Virtual Local Area Network (VLAN)*, segmentasi jaringan tersebut dapat meningkatkan

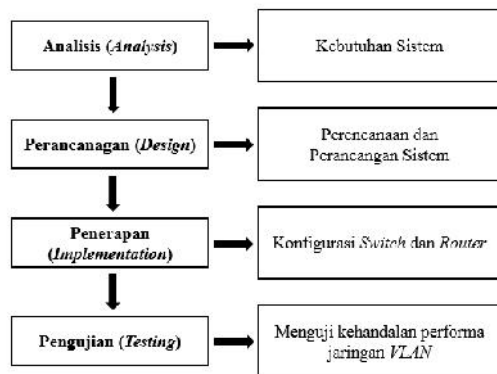
perangkat-perangkat seperti komputer, printer dan berbagai perangkat lainnya agar dapat saling berkomunikasi antar pengguna komputer dan saling berbagi sumberdaya baik software, hardware ataupun data.

keamanan pada jaringan *Local Area Network (LAN)*. *Virtual Local Area Network (VLAN)* merupakan suatu model jaringan yang tidak terbatas pada lokasi fisik seperti *Local Area Network (LAN)*, hal ini mengakibatkan suatu jaringan dapat dikonfigurasi secara *virtual* tanpa harus menuruti lokasi fisik peralatan. Pengguna

Virtual Local Area Network (VLAN) akan membuat pengaturan jaringan menjadi lebih fleksibel dimana dapat dibuat segmen yang tidak bergantung pada lokasi *workstation*.

Dari uraian di atas maka dilakukan sebuah penelitian tentang analisis dan implementasi sistem manajemen jaringan *Virtual Local Area Network (VLAN)* pada Laboratorium Program Studi Teknik Informatika, Universitas Ibn Khaldun Bogor, sebagai pilihan sistem manajemen jaringan untuk menambah tingkat keamanan. Sehingga pada penelitian ini diajukan sebuah solusi dengan melakukan penelitian dengan judul “Analisis dan Implementasi *Virtual Local Area Network (VLAN)* Pada Laboratorium Program Studi Teknik Informatika, Universitas Ibn Khaldun Bogor.”

2. METODE PENELITIAN



Gambar 1 Metode Penelitian

2.1 Analisis (Analysis)

Pada tahapan ini akan dilakukan analisis kebutuhan yang dilakukan pada pembuatan *Virtual Local Area Network (VLAN)*. Dimana penelitian ini akan mengacu pada permasalahan yang ada. Tahapan analisis kebutuhan membutuhkan alat-alat penunjang kebutuhan untuk menganalisis permasalahan yang akan dianalisis seperti yang dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2 berikut ini.

Tabel 1 Perangkat Keras (*Hardware*)

No.	Perangkat Keras	Jml
1.	Router Board Mikrotik 1100 AHX2	1
2.	Switch Cisco Catalyst 2960 Series	1
3.	Switch Cisco Catalyst 3750 Series	1
4.	PC Client	12
5.	Kabel UTP	12
6.	Laptop HP Pavilion G	1
7.	Kabel USB to Port	1
8.	Kabel Console	2
9.	Kabel Power CPU	4
10.	LAN Tester	1
11.	Tang Krimping	1

Tabel 2 Perangkat Lunak (*Software*)

No.	Perangkat Lunak
1.	Windows 8.1
2.	Cisco Packet Tracer
3.	Command Prompt
4.	Winbox
5.	Putty
6.	Browser
7.	Wireshark

2.2 Perancangan (Design)

Pada tahapan perancangan diartikan sebagai strategi untuk mengatur latar penelitian agar memperoleh data yang sesuai dengan kebutuhan dan cara kerja yang ada pada tahapan analisis.

Perancangan disusun untuk memberikan gambaran jelas mengenai perencanaan rangkaian dan komponen yang dibutuhkan untuk mendapatkan hasil kerja yang diinginkan. Tahapan perancangan sistem ini, bertujuan untuk memberikan gambaran mengenai rancangan jaringan topologi fisik maupun topologi logika pada *Virtual Local Area Network (VLAN)*, yang meliputi pembagian *ID VLAN*, *Name VLAN*, *Range VLAN*, *Subnet Mask*, dan *Port*, yang akan diteliti pada tahapan perencanaan atau desain ini menggunakan aplikasi *Cisco Packet Tracer*, untuk membuat topologi jaringan *Virtual Local Area Network (VLAN)*.

2.3 Penerapan (Implementation)

Tahapan penerapan ini akan menerapkan semua proses-proses yang telah dirancang seperti perancangan perangkat lunak dan perangkat keras dan proses-proses konfigurasi alamat *IP Address* dan instalasi aplikasi-aplikasi yang akan digunakan pada penelitian. Pada tahapan penerapan ini juga akan mengacu pada tahapan desain yang telah dirancang. Pada tahapan ini melingkupi instalasi serta rancangan konfigurasi terhadap *Router Mikrotik* menggunakan aplikasi *Winbox* dan menggunakan *PuTTY* untuk konfigurasi *Switch Cisco Catalyst*, untuk jaringan *Virtual Local Area Network (VLAN)* yang nantinya akan didistribusikan untuk 12 *Personal Computer (PC)*.

2.4 Pengujian (Testing)

Pada tahapan ini akan dilakukan berbagai hal yang telah diimplementasikan pada tahap sebelumnya dan menghasilkan hasil yang sesungguhnya. Tahapan ini dilakukan dengan menguji berbagai alat yang dibutuhkan dalam penelitian ini. Dalam penelitian ini setelah jaringan *VLAN* diterapkan, maka langkah selanjutnya adalah memonitoring atau menguji kehandalan dari jaringan *VLAN* yang sudah diterapkan tersebut, pada penelitian ini menggunakan aplikasi *Wireshark* untuk menguji performa kerja jaringan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Penelitian

Hasil penelitian yang mengacu pada tujuan penelitian skripsi ini. Maka pada tahap ini akan membahas, hasil dan pembahasan dari penelitian yang dilakukan.

Tahapan pengumpulan data dan pengujian akan mendapatkan hasil transmisi data yang didapatkan dari *Wireshark* akan dihitung secara manual menggunakan transmisi data yaitu :

$$T = \frac{S - D}{\text{Jumlah } D}$$

Dengan Ketentuan :

T = Transmisi

S = *Source* (Waktu Paket Diterima)

D = *Destination* (Waktu Paket Dikirim)

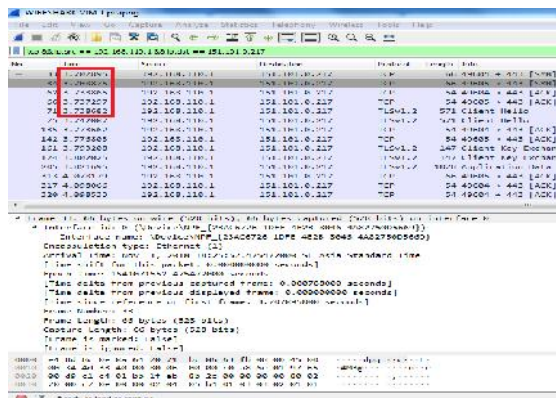
Maka selanjutnya adalah tahapan pengumpulan data dan pengujian menggunakan parameter yang ditentukan, yaitu :

1. *VLAN Mahasiswa mengakses Twitter dan Vimeo*
2. *VLAN Dosen mengakses Facebook, Youtube, Twitter, dan Vimeo.*
3. *VLAN Lab mengakses Twitter dan Vimeo.*

3.1.1 Hasil Perhitungan Keseluruhan Transmisi VLAN Mahasiswa Saat Mengakses Twitter dan Vimeo

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
20	0.000000	192.168.1.100	192.168.1.1	TCP	60	40552 → 4442 [RST] Seq=1000000000 Win=0 Len=0
21	0.000000	192.168.1.100	192.168.1.1	TCP	60	40552 → 4442 [RST] Seq=1000000000 Win=0 Len=0
22	0.000000	192.168.1.100	192.168.1.1	TCP	60	40552 → 4442 [RST] Seq=1000000000 Win=0 Len=0
23	0.000000	192.168.1.100	192.168.1.1	TCP	60	40552 → 4442 [RST] Seq=1000000000 Win=0 Len=0
24	0.000000	192.168.1.100	192.168.1.1	TCP	60	40552 → 4442 [RST] Seq=1000000000 Win=0 Len=0
25	0.000000	192.168.1.100	192.168.1.1	TCP	60	40552 → 4442 [RST] Seq=1000000000 Win=0 Len=0
26	0.000000	192.168.1.100	192.168.1.1	TCP	60	40552 → 4442 [RST] Seq=1000000000 Win=0 Len=0
27	0.000000	192.168.1.100	192.168.1.1	TCP	60	40552 → 4442 [RST] Seq=1000000000 Win=0 Len=0
28	0.000000	192.168.1.100	192.168.1.1	TCP	60	40552 → 4442 [RST] Seq=1000000000 Win=0 Len=0
29	0.000000	192.168.1.100	192.168.1.1	TCP	60	40552 → 4442 [RST] Seq=1000000000 Win=0 Len=0
30	0.000000	192.168.1.100	192.168.1.1	TCP	60	40552 → 4442 [RST] Seq=1000000000 Win=0 Len=0

Gambar 2 Hasil *Captured Wireshark* Transmisi Data VLAN Mahasiswa Mengakses *Twitter*



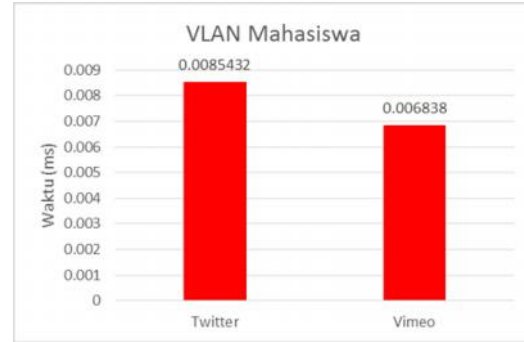
Gambar 3 Hasil *Captured Wireshark* Transmisi Data VLAN Mahasiswa Mengakses *Vimeo*

Setelah mendapatkan hasil dari perhitungan transmisi data dari VLAN Mahasiswa saat mengakses *Twitter* dan *Vimeo*, maka akan diperoleh hasil dari masing-masing transmisi data yang dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3 Tabel Hasil Transmisi Data Saat VLAN Mahasiswa Mengakses *Twitter*, dan *Vimeo*

VLAN Mahasiswa	
<i>Twitter</i>	<i>Vimeo</i>
0.0085432	0.006838

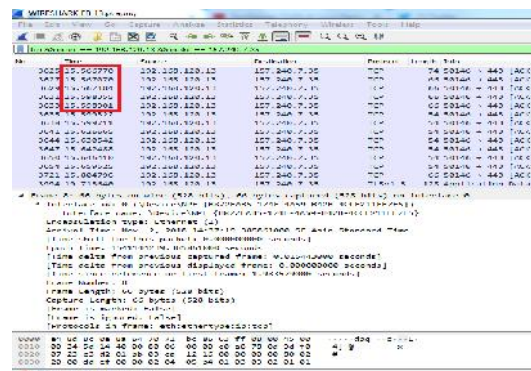
Diketahui pada Tabel 3 terdapat hasil dari transmisi data saat VLAN Mahasiswa mengakses *Twitter* dan *Vimeo*, dimana saat VLAN Mahasiswa mengakses *Twitter* didapatkan hasil transmisi data 0.0085432 dan saat VLAN Mahasiswa mengakses *Vimeo* didapatkan hasil transmisi data 0.006838 dari perbandingan tersebut dapat ditampilkan dalam bentuk diagram pada Gambar 4 berikut.



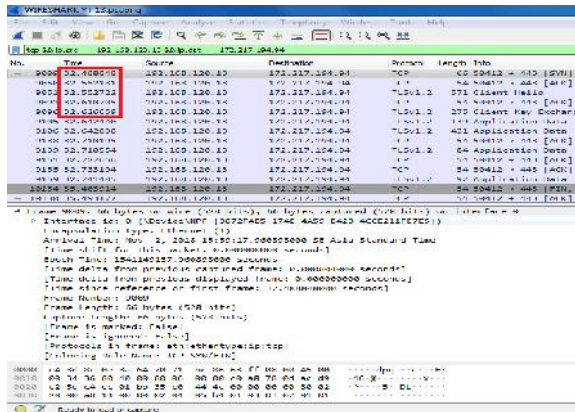
Gambar 4 Diagram Hasil Transmisi Data Saat VLAN Mahasiswa Mengakses *Twitter* dan *Vimeo*

Dapat terlihat pada Gambar 4 bahwa pada saat VLAN Mahasiswa mengakses *Twitter* lebih baik transmisi datanya dari pada saat VLAN Mahasiswa mengakses *Vimeo*.

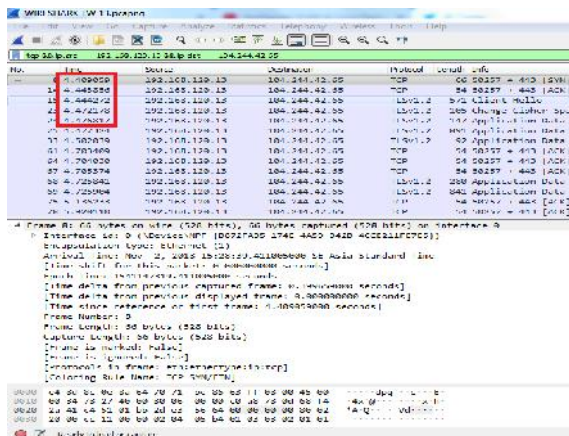
3.1.2 Hasil Perhitungan Keseluruhan Transmisi VLAN Dosen Saat Mengakses *Facebook*, *Youtube*, *Twitter*, dan *Vimeo*



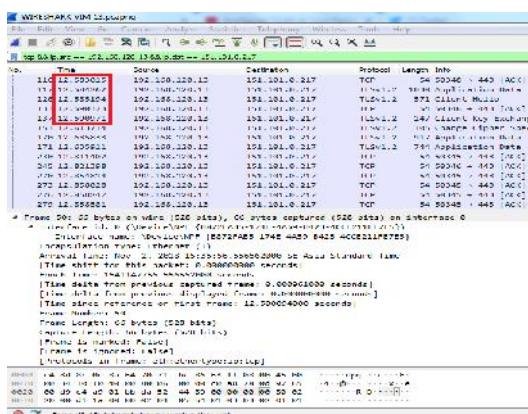
Gambar 5 Hasil *Captured Wireshark* Transmisi Data VLAN Dosen Mengakses *Facebook*



Gambar 6 Hasil Captured Wireshark Transmisi Data VLAN Dosen Mengakses Youtube



Gambar 7 Hasil Captured Wireshark Transmisi Data VLAN Dosen Mengakses Twitter



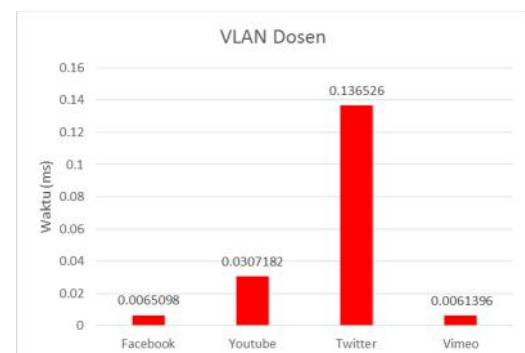
Gambar 8 Hasil Captured Wireshark Transmisi Data VLAN Dosen Mengakses Vimeo

Setelah mendapatkan hasil dari perhitungan transmisi data dari VLAN Dosen saat mengakses *Facebook*, *Youtube*, *Twitter*, dan *Vimeo*, maka akan diperoleh hasil dari masing-masing transmisi data yang dapat dilihat pada Tabel 4 berikut ini.

Tabel 4 Tabel Hasil Transmisi Data Saat VLAN Dosen Mengakses *Facebook*, *Youtube*, *Twitter*, dan *Vimeo*

VLAN Dosen			
<i>Facebook</i>	<i>Youtube</i>	<i>Twitter</i>	<i>Vimeo</i>
0.0065098	0.0307182	0.136526	0.0061396

Diketahui pada Tabel 4 terdapat hasil dari transmisi data saat VLAN Dosen mengakses *Facebook*, *Youtube*, *Twitter*, dan *Vimeo*, dan semuanya dapat terhubung, dimana saat VLAN Dosen mengakses *Facebook* didapatkan hasil transmisi 0.0065098 lalu saat VLAN Dosen mengakses *Youtube* didapatkan hasil transmisi 0.0307182 berikutnya saat VLAN Dosen mengakses *Twitter* didapatkan hasil transmisi 0.136526 kemudian saat VLAN Dosen mengakses *Vimeo* didapatkan hasil transmisi 0.0061396. Dari hasil transmisi tersebut dapat ditampilkan dalam bentuk diagram, dapat dilihat pada Gambar 9 berikut ini.

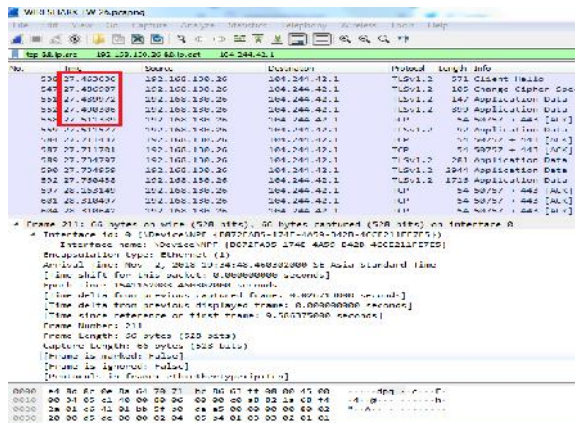


Gambar 9 Diagram Hasil Transmisi Data Saat VLAN Dosen Mengakses *Facebook*, *Youtube*, *Twitter*, dan *Vimeo*

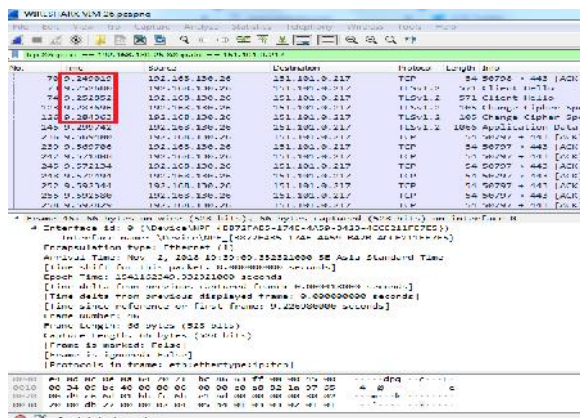
Dapat terlihat pada Gambar 9 bahwa pada saat VLAN Dosen mengakses *Twitter* lebih baik transmisi datanya dari pada saat

VLAN Mahasiswa mengakses *Facebook*,
Youtube, maupun *Vimeo*.

3.1.3 Hasil Perhitungan Keseluruhan Transmisi VLAN Lab Saat Mengakses *Twitter* dan *Vimeo*



Gambar 10 Hasil *Captured Wireshark*
Transmisi Data VLAN Lab Mengakses
Twitter



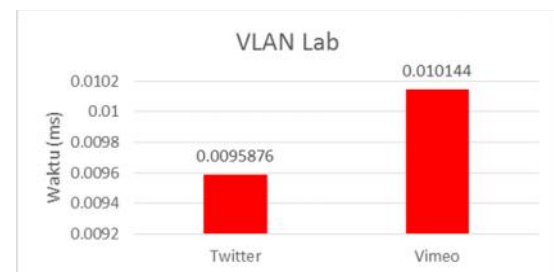
Gambar 11 Hasil *Captured Wireshark*
Transmisi Data VLAN Lab Mengakses
Vimeo

Setelah mendapatkan hasil dari perhitungan transmisi data dari VLAN Lab saat mengakses *Twitter* dan *Vimeo*, maka akan diperoleh hasil dari masing-masing transmisi data yang dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

Tabel 4 Hasil Transmisi Data Saat
VLAN Lab Mengakses
Twitter dan *Vimeo*

VLAN Lab	
<i>Twitter</i>	<i>Vimeo</i>
0.0095876	0.010144

Diketahui pada Tabel 4 terdapat hasil dari transmisi data saat VLAN Lab mengakses *Twitter* dan *Vimeo*, dimana saat VLAN Mahasiswa mengakses *Twitter* didapatkan hasil transmisi data 0.0095876 dan saat VLAN Lab mengakses *Vimeo* didapatkan hasil transmisi data 0.010144 dari perbandingan tersebut dapat ditampilkan dalam bentuk diagram pada Gambar 12 berikut.



Gambar 12 Diagram Hasil Transmisi Data
Saat VLAN Lab Mengakses *Twitter* dan
Vimeo

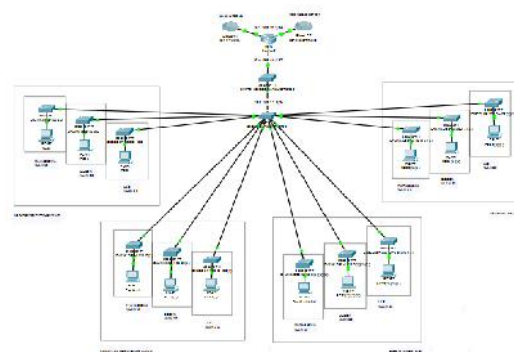
Dapat terlihat pada Gambar 12 bahwa pada saat VLAN Lab mengakses *Vimeo* lebih baik transmisi datanya dari pada saat VLAN Lab mengakses *maupun Twitter*.

3.2 Pembahasan

3.2.1 Analisis (*Analysis*)

Pada tahapan ini adalah mempersiapkan kebutuhan sistem yang akan digunakan untuk membuat jaringan *Virtual Local Area Network (VLAN)* berdasarkan tahapan analisis yang telah dilakukan yang berguna untuk melakukan penelitian ini, agar mendapatkan hasil dari penelitian ini berjalan dengan efektif, maka diperlukan kebutuhan untuk menunjang sistem. Seperti diantaranya adalah Perangkat keras atau *hardware* seperti, *Router Board Mikrotik 1100 AHX2* sebanyak 1 unit, *Switch Cisco Catalyst 2960 Series* sebanyak

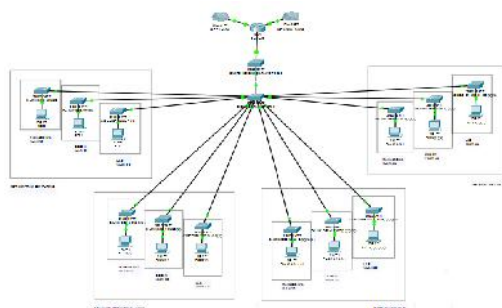
1 unit, *Switch Cisco Catalyst 3750 Series* sebanyak 1 unit, *PC Client* sebanyak 12 unit, *Kabel UTP* 12 unit, *Laptop HP Pavilion G Series* sebanyak 1 unit, *Kabel USB to Port* sebanyak 1 unit, *Kabel Console* sebanyak 1 unit, *Kabel Power CPU* sebanyak 2 unit, *LAN Tester* sebanyak 1 unit, *Tang Kriming* sebanyak 1 unit. Adapun Perangkat lunak atau *software* yang dibutuhkan adalah *Windows 8.1*, *Cisco Packet Tracer*, *Command Prompt*, *Winbox*, *PuTTY*, *Browser*, dan *Wireshark*.



Gambar 14 Topologi Logika VLAN (*Virtual Local Area Network*)

3.2.2 Perancangan (*Design*)

Perancangan infrastruktur atau topologi jaringan VLAN menggambarkan sistem jaringan yang digunakan untuk memudahkan dan memahami konsep pada pembuatan sistem VLAN dengan *User Management* dengan memblock situs *facebook* dan *youtube* pada VLAN *Mahasiswa* dan VLAN *Lab*. Topologi jaringan yang ditunjukkan pada topologi fisik dan topologi logika, seperti ditunjukkan pada Gambar 13



Gambar 13 Topologi Fisik VLAN (*Virtual Local Area Network*)

Berdasarkan Gambar 13 ditunjukkan, bahwa topologi fisik jaringan menggambarkan analisis struktur jaringan VLAN. Topologi Logika VLAN (*Virtual Local Area Network*), seperti ditunjukkan pada Gambar 14.

Berdasarkan Gambar 14 ditunjukkan, bahwa topologi logika jaringan pada menggambarkan pengalamatan IP Address pada struktur jaringan VLAN, dimana IP Address 192.168.110.10/24 adalah sebagai VLAN *Mahasiswa*, IP Address 192.168.120.20/26 adalah sebagai VLAN *Dosen*, dan IP Address 192.168.130.30/26 adalah untuk VLAN *Lab*.

Dapat dilihat pada Gambar 14 *Router Mikrotik RB 11 AHX2* mendapatkan IP Address 192.168.10.1/24 dari jaringan 192.168.3.100/24, lalu diteruskan kepada *Switch Catalyst 2960 Series* dengan IP Address 192.168.11.1/24, dan diteruskan kembali oleh *Switch Catalyst 3750 Series* dengan IP Address 192.168.12.2/24 setelah itu diteruskan kepada *PC Client* untuk disebar. Dalam perancangan pada jaringan VLAN harus diberikan ID VLAN, Name VLAN, Range IP pada Tabel 5 dan Broadcast, Subnet Mask, serta Port dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 ID VLAN, Name VLAN, Range IP

ID VLAN	Name VLAN	Range IP Interface VLAN
VLAN 10	Mahasiswa	192.168.110.1 – 192.168.110.254
VLAN 20	Dosen	192.168.120.1 – 192.168.120.62
VLAN 30	Lab	192.168.130.65 –

		192.168.130.12 6
--	--	---------------------

Tabel 6 Broadcast, Subnet Mask, Port

Broadcast	Subnet Mask	Port
192.168.110.253	255.255.255.0	Fa 0/2 - 7
192.168.130.63	255.255.255.192	Fa 0/8 - 13
192.168.130.127	255.255.255.192	Fa 0/14 - 19

3.2.3 Penerapan (Implementasi)

Pada tahapan penerapan, peneliti akan menginstall beberapa perangkat lunak (*software*) seperti *Winbox* untuk konfigurasi *Router Mikrotik* dan menginstall aplikasi *PuTTY* untuk konfigurasi *Switch Cisco Catalyst Series*. Hasil dari konfigurasi tersebut akan menghasilkan jaringan *Virtual Local Area Network (VLAN)* dan menerapkan *Mikrotik User Manager* untuk manajemen hak pengguna jaringan yang dibedakan berdasarkan identitas dimana dapat mem-block situs tertentu pada jaringan *Virtual Local Area Network (VLAN)* yang nantinya akan didistribusikan ke *PC (Personal Computer)* sebagai *Client VLAN Mahasiswa, VLAN Dosen, dan VLAN Lab*.

3.2.4 Pengujian (Testing)

Setelah semua tahapan selesai, tahapan terakhir adalah tahapan pengujian, tahapan ini akan membahas tentang pengujian tentang sistem dan menjelaskan hasil dari pengujian yang sebelumnya telah dilakukan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Dalam hasil penelitian Analisis dan Implementasi *Virtual Local Area Network (VLAN)* pada Laboratorium Prodi Teknik Informatika, Universitas Ibn Khaldun Bogor dapat berjalan dengan yang diharapkan.
2. Berdasarkan hasil pengujian terhadap jaringan *Virtual Local Area Network (VLAN)* menggunakan *Wireshark* yang telah di uji cobakan, bahwa saat *VLAN Mahasiswa* mengakses *Twitter* didapatkan hasil transmisi data 0.0085432ms dan saat *VLAN Mahasiswa* mengakses *Vimeo* didapatkan hasil transmisi data 0.006838ms. lalu saat *VLAN Dosen* mengakses *Facebook* didapatkan hasil transmisi 0.0065098ms lalu saat *VLAN Dosen* mengakses *Youtube* didapatkan hasil transmisi 0.0307182ms berikutnya saat *VLAN Dosen* mengakses *Twitter* didapatkan hasil transmisi 0.136526ms kemudian saat *VLAN Dosen* mengakses *Vimeo* didapatkan hasil transmisi 0.0061396ms, dan saat *VLAN Lab* mengakses *Twitter* didapatkan hasil transmisi data 0.0095876ms dan saat *VLAN Lab* mengakses *Vimeo* didapatkan hasil transmisi data 0.010144ms. Dan dapat disimpulkan bahwa pada saat *VLAN Mahasiswa* mengakses *Twitter* dan *Vimeo*, lebih baik transmisi data pada saat mengakses *Twitter*. Lalu pada saat *VLAN Dosen* mengakses *Facebook, Youtube, Twitter, Vimeo*, lebih baik transmisi data pada saat mengakses *Twitter*, kemudian pada saat *VLAN Lab* mengakses *Twitter* dan *Vimeo*, lebih baik transmisi data pada saat mengakses *Vimeo*.

UCAPAN TERIMA KASIH

1. Ritzkal, S.kom., M.Kom, selaku Ketua Laboratorium Net-Centric Computing dan sekaligus Dosen Pembimbing Utama yang terus memberi semangat dan bimbingan untuk menyelesaikan penulisan skripsi.

2. A.Hendri Hendrawan S.Kom, M.Kom, selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika dan sekaligus Dosen Pembimbing Pendamping yang selalu memberi semangat, arahan dan bimbingan .
3. Ayahanda Achyadi Syarif dan Ibunda Herlina dan keluarga besar yang telah memberi semangat, dan dukungan sehingga dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini .
4. Rekan seperjuangan di Laboratorium *Net-Centric Computing* yang senantiasa membantu dan memberikan motivasi dalam penyusunan tugas akhir ini.
5. Sahabat-sahabat seperjuangan yang telah berkontribusi banyak dan memberikan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini.
6. Rekan seperjuangan di Angkatan 2013 yang sama-sama berjuang menyelesaikan skripsi.
- [5] Rafiudin, Rahmat. 2004. *Panduan Membangun Jaringan Komputer untuk Pemula*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- [6] Winarno, Edy dan Zaki, Ali. 2015. *Belajar Hacking dari Nol untuk Pemula*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- [7] Ariawal, Dian dan Purbo, Onno. 2016. *Simulasi Jaringan Komputer dengan Cisco Packet Tracer*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- [8] Knowledge, Raf. 2010. *Trik Memonitor Jaringan*. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- [9] Agusriandi, Andi Saputra, Kurniati Asmar, dan Siti Raehan. 2018. *Analisis Rancangan Jaringan Komputer Dalam Mendukung E-Government*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- [10] Widyati, Sri. 2012, Mar. Sains: Pengertian Transmisi Data. [Online]. Available: <http://www.g-excess.com/pengertian-transmisi-data.html>
- [11] Alaydrus, Mudrik. 2009. Saluran Transmisi Telekomunikasi. Jogjakarta: Graha Ilmu. [Online]. Available: <http://ebookteknik.com/hp/media.php?module=produk&act=detailproduk&cod=pdf&id=778&edit>
- [12] Ritzkal. 2018. Manajemen jaringan untuk pemula. Bogor: UIKA Press

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Efendi, Rissal dan Ratna, Indrastanti. 2012. *Pengujian Kinerja Jaringan Pada Virtual Local Area Network (VLAN) Menggunakan Virtual Trunking Protocol (VTP)*. Semarang: STMIK PROVISI.
- [2] Hamimah. 2011. *Pengembangan Sistem Jaringan LAN Menjadi VLAN Dalam Bentuk Simulasi (Studi Kasus PT. Mandiri Pratama Group)*. Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah.
- [3] Khaerul, Nanang. 2010. *Analisis dan Perancangan Manajemen Jaringan dengan Menggunakan Mikrotik RouterOS™*. Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah.
- [4] Berchman, Johanes. 2016. *Analisis Unjuk Kerja VLAN Dengan Teknologi Virtual Access Point Pada Mikrotik*. Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.